

Вінницький національний технічний університет

Кафедра електричних станцій та систем

Факультет електроенергетики та електромеханіки

**ОСНОВИ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ
ЕНЕРГОСИСТЕМ (обов'язковий)
I (бакалаврський) рівень вищої освіти**

Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Викладач: Рубаненко О.Є., Бурикін О.Б., Гунько І.О.

Мова викладання: українська

1. Опис навчальної дисципліни

Характеристика навчальної дисципліни	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Загальні показники навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 6	Галузь знань 14 – Електрична інженерія Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма Електричні станції Рівень вищої освіти: бакалаврський	Рік підготовки:	
		4-й	4-й
Загальна кількість годин: 180		Семестр	
		8-й	8-й
Модулів: 2		Лекції	
		36 год	12 год
Змістових модулів: 2		Практичні, семінарські	
		18 год	6 год
Курсова робота/проект: не передбачено		Лабораторні	
		18 год	6 год
Підсумковий контроль: іспит	Самостійна робота		
	108 год	156 год	

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем» базується на знаннях та уміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Мікропроцесорна техніка», «Теоретичні основи електротехніки», «Алгоритмічні мови та програмне забезпечення», «Обчислювальна техніка в технологічних процесах», «Електричні апарати». Дисципліна безпосередньо пов'язана та доповнює такі дисципліни, як «Електричні апарати» та «Мікропроцесорна техніка».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни: полягає в тому, щоб на основі наукової бази електротехніки, вивчити методи та засоби захисту електрообладнання електричних систем і мереж при його пошкодженнях та ненормальних режимах роботи та принципи роботи сучасних пристроїв релейного захисту, протиаварійної автоматики електроенергетичних систем, про їх програмне та апаратне забезпечення.

Завдання вивчення дисципліни:

- вивчити основні принципи виконання релейного захисту електрообладнання електричних станцій,
- вивчити основні принципи виконання релейного захисту електрообладнання та автоматики електричних систем,
- елементну базу їх виконання,
- методи розрахунку параметрів спрацювання,
- принципіві схеми та методи обслуговування засобів релейного захисту
- виховання у студентів почуття причетності до електроенергетичної галузі;
- прищеплення студентам навичок наукового аналізу, спрямованих на забезпечення самостійного осмислення технічних задач;
- навчання практичним навичкам роботи з літературними джерелами і технічною літературою;
- виховання уміння застосовувати набуті знання у повсякденній діяльності, для вирішення прикладних інженерних задач.

Програмні результати вивчення дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

Мета навчальної дисципліни – формування знань студентів про основні принципи роботи сучасних пристроїв релейного захисту, протиаварійної автоматики електроенергетичних систем, про їх програмне та апаратне забезпечення.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем» є: вивчити призначення, властивості та елементну базу пристроїв релейного захисту та енергетичної автоматики (РЗ та ЕА), їх роль у реалізації вимог концепції SMART Grids; вивчити принципи побудови, види схем та умовні позначення елементної бази РЗ та ЕА на цих схемах; вивчити найбільш широко використовувані методи релейного захисту основного обладнання електроенергетичних систем (ЕЕС); вивчити методи розрахунків уставок спрацювання пристроїв РЗ та ЕА; ознайомитись із методами та засобами забезпечення надійності РЗ та ЕА; ознайомитись з апаратними та програмними засобами сучасних мікропроцесорних захистів та протиаварійної енергетичної автоматики; ознайомитись з методикою використання технічних засобів налаштування та діагностування РЗ та ЕА; здобути практичні навички в роботі з РЗ та ЕА; навчання практичним навичкам роботи з літературними джерелами і науковою літературою в галузі РЗ та ЕА; виховання уміння застосовувати набуті знання у повсякденній діяльності, для вирішення наукових і прикладних інженерних задач.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- призначення РЗ та ЕА і приклади їх використання в енергетиці;
- апаратне забезпечення РЗ та ЕА;
- програмне забезпечення мікропроцесорних пристроїв РЗ та ЕА;
- основні принципи роботи сучасних РЗ та ЕА;
- особливості використання мікропроцесорних захистів та протиаварійної автоматики на електричних станціях та в електроенергетичних системах;

вміти:

- використовувати знання й уміння в галузі релейного захисту та автоматики енергосистем для вибору, впровадження та експлуатації засобів релейного захисту та автоматики;
- використовувати ПЕОМ для реалізації функцій релейного захисту;
- ефективно взаємодіяти на професійному та соціальному рівні з використанням інформаційних технологій в релейному захисті та в енергетичній автоматизації;
- контролювати ступінь використання обладнання РЗ та ЕА, участь РЗ та ЕА у виконанні операцій технологічного процесу ефективного виробництва, транспортування, розподілу та споживання електричної енергії.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквиумів, тестування та іспиту.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих проблем курсу, написання рефератів та контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, іспиту, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ).

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисциплін

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми для успішного виконання професійних обов'язків за обраною спеціальністю у процесі вивчення даної дисципліни у бакалавра повинні бути сформовані такі компетентності:

загально-професійні:

- здатність застосовувати основні методи електротехніки для розрахунку уставок релейного захисту та протиаварійної автоматики;
- базові знання про принципи дії, побудову та види електромеханічних та мікропроцесорних реле постійного та змінного струмів;
- базові знання про види електричних захистів;
- базові знання про види протиаварійної автоматики обладнання електроенергетичних систем;

спеціалізовано-професійні

- здатність використовувати професійно-профільовані знання в галузі математики для статистичної обробки експериментальних даних, математичного моделювання, комп'ютерного моделювання та розрахунку параметрів (струмів, напруг і т. п.) під час аварійних та нормальних режимів експлуатації електроенергетичних об'єктів;
 - знання методів розрахунку параметрів реле та релейних захистів;
 - знання конструкцій, основних характеристик, принципів дії реле;
 - базові знання про струми короткого замикання, їх розрахунок та методи їх зменшення в електроустановках, їх розрахунок та методи їх врахування під час розрахунку уставок спрацювання реле та релейних захистів;
 - базові знання про призначення та функціонування протиаварійної автоматики під час управління аварійними режимами електроенергетичних систем (електростанцій та електричних мереж);
 - здатність використовувати та впроваджувати нові методи та панелі релейного захисту в електроенергетиці, брати участь в модернізації і реконструкції електричних станцій, мереж, систем та високовольтного електроустаткування.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, заліку та іспиту.

На поза аудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, написання рефератів та контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, заліку, іспиту, написання курсового проекту, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ).

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Загальні відомості про релейний захист.

Тема 1. Загальні відомості про релейний захист. Призначення РЗ. Основні вимоги до РЗ. Терміни та визначення

Тема 2. Схеми релейного захисту. Класифікація схем. Умовні позначення та зображення елементів схем. Функціональні схеми.

Змістовний модуль 2. Загальні відомості про реле та режими ЕЕС.

Тема 3. Загальні відомості про реле та аварійні режими ЕЕС.

Основні поняття та визначення. Класифікація та параметри. Захисні характеристики. Конструктивні особливості електро-механічних та технологічних реле

Тема 4. Режими ЕЕС. Види аварійних на аномальних режимів електроенергетичних систем. Векторні діаграми струмів та напруг прямої, зворотної та нульової послідовностей

Змістовний модуль 3. Схеми підключення, джерела живлення, види, захисні характеристики та параметри струмових релейних захистів.

Тема 5. Схеми підключення струмових релейних захистів. Схеми підключення вимірювальних трансформаторів та реле та коефіцієнти цих схем. Джерела живлення пристроїв РЗА.

Тема 6. Релейні захисти. Класифікація струмових захистів. Захисні характеристики. Загальні параметри струмових захистів. Коефіцієнт чутливості захисту

Змістовний модуль 4. Струмові ступеневий та направлений релейні захисти ліній електропередач (ЛЕП).

Тема 7. Струмовий ступеневий захист. Струмова відсічка без витримки та з витримкою часу. Максимальний струмовий захист. Алгоритм роботи. Розрахунок уставок. Схеми.

Тема 8. Струмовий направлений ступеневий захист. Призначення. Алгоритм роботи. Розрахунок уставок. Схеми.

Змістовний модуль 5. Схеми, параметри та розрахунок уставок струмових диференційних захистів ЛЕП.

Тема 9. Струмовий диференційний поперечний захист. Струмовий диференційний поперечний направлений захист. Струмовий диференційний попере-

чний направлений захист ліній з двостороннім живленням. Схеми. Розрахунок уставок.

Тема 10. Струмовий повздовжній диференційний захист. Схема. Розрахунок уставок. Дистанційний захист. Дистанційний ступеневий захист

Змістовний модуль 6. Особливості мікропроцесорних захистів на прикладі реле РС 83, REJ 515 та загальні відомості про протиаварійну автоматику ЕЕС.

Тема 11. Мікропроцесорні захисти. Мікропроцесорні реле РС 83 та REJ 515. Призначення. Параметри. Підключення. Введення уставок

Тема 12 Протиаварійна автоматика ЕЕС. АПВ, АВР, АЧР, ПРВВ, АЗАХ, АЛАР. Загальні відомості. Призначення та властивості.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих тем курсу, підготовка до лабораторних занять та колоквіумів, виконання завдань СРС.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	разом	у тому числі					усьо го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовний модуль 1. Загальні відомості про релейний захист.												
семестр	1 семестр						1 семестр					
Тема 1. Загальні відомості про релейний захист. Призначення РЗ. Основні вимоги до РЗ. Терміни та визначення	10	2	1,5	1,5	0	5	17,5	1	1	0,5	0	15
Тема 2. Схеми релейного захисту. Класифікація схем. Умовні позначення та зображення елементів схем. Функціональні схеми.	13,5	4	2	1,5	0	6	18	1	1	1	0	15
Змістовний модуль 2. Загальні відомості про реле та режими ЕЕС												
Тема 3. Загальні відомості про реле. Основні поняття та визначення. Класифікація та параметри. Захисні характеристики. Конструктивні особливості електро-механічних та технологічних реле	12,5	4	3	1,5	0	4	18	2	0,5	0,5	0	15
Тема 4. Режими ЕЕС. Види аварійних та аномальних режимів електроенергетичних систем. Векторні діаграми струмів та напруг прямої, зворотної та нульової послідовностей	16,5	4	2	1,5	0	9	18,5	2	0,5	1	0	15
Змістовний модуль 3. Схеми підключення, джерела живлення, види, захисні характеристики та параметри струмових релейних захистів												
Тема 5. Схеми підключення струмових релейних захистів. Схеми підключення вимірювальних трансформаторів та реле та коефіцієнти цих схем. Джерела живлення пристроїв РЗА.	17,5	2	3	1,5	0	11	24	2	1	1	0	20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 6. Релейні захисти. Класифікація струмових захистів. Захисні характеристики. Загальні параметри струмових захистів. Коефіцієнт чутливості захисту.	18	2	2	1,5	0	12,5	24	2	1	1	0	20
<i>Усього годин у 1 модулі</i>	90	18	13,5	9	0	47,5	120	10	5	5	0	100
Модуль 2												
Змістовний модуль 4. Струмові ступеневий та направлений релейні захисти ліній електропередач (ЛЕП).												
семестр	1 семестр						2 семестр					
Тема 7. Струмовий ступеневий захист. Струмова відсічка без витримки та з витримкою часу. Максимальний струмовий захист. Алгоритм роботи. Розрахунок параметрів. Схеми.	13,5	3	2	1	0	7,5	19,5	2,5	2	0	0	15
Тема 8. Струмовий направлений ступеневий релейний захист ЛЕП. Призначення. Алгоритм роботи. Розрахунок параметрів. Схеми.	12,5	2	1,5	1	0	8	18,5	2,5	1	0	0	15
Змістовний модуль 5. Схеми, параметри та розрахунок уставок струмових диференційних захистів ЛЕП.												
Тема 9. Струмовий диференційний поперечний захист ЛЕП. Струмовий диференційний поперечний направлений захист. Струмовий диференційний поперечний направлений захист ліній з двостороннім живленням. Схеми. Розрахунок уставок.	19	4	3	2	0	12	18,5	2,5	1	0	0	10
Тема 10. Струмові повздовжній та дистанційний захисти ЛЕП. Струмовий повздовжній диференційний захист. Схеми. Розрахунок уставок. Дистанційний захист. Дистанційний ступеневий захист.	18	3	2	2	0	10	18,5	2,5	1	0	0	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовний модуль 6. Особливості мікропроцесорних захистів на прикладі реле РС 83, REJ 515 та загальні відомості про протиаварійну автоматика ЕЕС.												
Тема 11. Мікропроцесорні захисти. Мікропроцесорні реле РС 83 та REJ 515. Призначення. Параметри. Підключення. Введення уставок	7	2	1,5	1,5	0	2	0	0	0	0	0	0
Тема 12 Протиаварійна автоматика ЕЕС. АПВ, АВР, АЧР, ПРВВ, АЗАХ, АЛАР. Загальні відомості. Призначення та властивості.	15	4	1,5	1,5	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>Усього годин у 2 модулі</i>	90	18	13,5	9	0	47,5	60	5	5	0	0	50
Усього годин	180	36	27	18	0	95	180	20	10	5	0	150

3. Теми семінарських занять – не передбачені

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
	Семестр	1	1
Модуль 1.			
Змістовний модуль 1. Загальні відомості про релейний захист.			

1	Тема 1. Загальні відомості про релейний захист. Призначення РЗ. Основні вимоги до РЗ. Терміни та визначення	5	15
2	Тема 2. Схеми релейного захисту. Класифікація схем. Умовні позначення та зображення елементів схем. Функціональні схеми.	6	15
Змістовний модуль 2. Загальні відомості про реле та режими ЕЕС.			
3	Тема 3. Загальні відомості про реле. Основні поняття та визначення. Класифікація та параметри. Захисні характеристики. Конструктивні особливості електро-механічних та технологічних реле	4	15
4	Тема 4. Режими ЕЕС. Види аварійних на аномальних режимів електроенергетичних систем. Векторні діаграми струмів та напруг прямої, зворотної та нульової послідовностей	9	15
Змістовний модуль 3. Схеми підключення, джерела живлення, види, захисні характеристики та параметри струмових релейних захистів.			
7	Тема 5. Схеми підключення вимірювальних трансформаторів та реле та коефіцієнти цих схем. Джерела живлення пристроїв РЗА.	11	20
8	Тема 6. Релейні захисти. Класифікація струмових захистів. Захисні характеристики. Загальні параметри струмових за-	12,5	20

	хистів. Коефіцієнт чутливості захисту.		
	Усього за модуль 1.	47,5	100
	Семестр	1	2
Модуль 2			
Змістовний модуль 4. Струмові ступеневий та направлений релейні захисти ліній електропередач (ЛЕП).			
9	Тема 7. Струмовий ступеневий захист. Струмова відсічка без витримки та з витримкою часу. Максимальний струмовий захист. Алгоритм роботи. Розрахунок уставок. Схеми.	7,5	15
10	Тема 8. Струмовий направлений ступеневий захист. Призначення. Алгоритм роботи. Розрахунок уставок. Схеми.	8	15
Змістовний модуль 5. Схеми, параметри та розрахунок уставок струмових диференційних захистів ЛЕП.			
11	Тема 9. Струмовий диференційний поперечний захист. Струмовий диференційний поперечний направлений захист. Струмовий диференційний поперечний направлений захист ліній з двостороннім живленням. Схеми. Розрахунок уставок.	12	10
12	Тема 10. Струмовий повздовжній диференційний захист. Схема. Розрахунок уставок. Дистанційний захист. Дистанційний ступеневий захист	10	10
Змістовний модуль 6. Особливості мікропроцесорних захистів на прикладі реле РС 83, REJ 515 та загальні відомості про протиаварійну автоматика ЕЕС.			
13	Тема 11. Мікропроцесорні захисти. Мікропроцесорні реле РС 83 та REJ 515. Призначення. Параметри. Підключення. Введення уставок.	2	0
14	Тема 12 Протиаварійна автоматика ЕЕС. АПВ, АВР, АЧР, ПРВВ, АЗАХ, АЛАР. Загальні відомості. Призначення та властивості.	8	0
	Усього за модуль 2.	47,5	50
	Усього годин за семестр	95	150

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
	Семестри	Семестр 1	Семестр 1
1	2	3	4
Модуль 1.			
Змістовний модуль 1. Загальні відомості про релейний захист			
1	Лабораторна робота № 1.1 Визначення конструкції та дослідження параметрів спрацювання електромеханічних та напівпровідникових реле.	1,5	0,5
1	Лабораторна робота № 1.2 Визначення конструкції та дослідження параметрів спрацювання електромеханічних та напівпровідникових реле.	1,5	1
Змістовний модуль 2. Загальні відомості про реле та режими ЕЕС.			
1	Лабораторна робота № 1.3. Визначення конструкції та дослідження параметрів спрацювання електромеханічних та напівпровідникових реле.	1,5	0,5
2	Лабораторна робота № 2.1. Дослідження типових схем з'єднань трансформаторів струму та реле.	1,5	1
Змістовний модуль 3. Схеми підключення, джерела живлення, види, захисні характеристики та параметри струмових релейних захистів.			
2	Лабораторна робота № 2.2. Дослідження типових схем з'єднань трансформаторів струму та реле.	1,5	1
3	Лабораторна робота № 3.1. Дослідження струмового ступеневого захисту ЛЕП.	1,5	1
<i>Усього годин у першому модулі</i>		9	5
Семестри		Семестр 1	Семестр 2
Модуль 2.			
Змістовний модуль 4. Струмові ступеневий та направлений релейні захисти ліній електропередач (ЛЕП).			
3	Лабораторна робота № 3.2. Дослідження струмового ступеневого захисту ліній.	1	0
3	Лабораторна робота № 3.3. Дослідження струмового ступеневого захисту ліній.	1	0
Змістовний модуль 5. Схеми, параметри та розрахунок уставок струмових диференційних захистів ЛЕП.			
4	Лабораторна робота № 4. Дослідження максимального направленої струмового захисту ліній.	2	0
5	Лабораторна робота № 5. Дослідження диференційного захисту паралельних ліній.	2	0
Змістовний модуль 6. Особливості мікропроцесорних захистів на прикладі реле РС 83, REJ 515 та загальні відомості про протиаварійну автоматику ЕЕС.			
6	Лабораторна робота № 6,1. Дослідження диференційного захисту трансформаторів підстанцій.	1	0
7	Лабораторна робота №6.2. Дослідження можливостей програми CAP 505 для роботи з захистом REJ 515 ABB.	0,5	0

1	2	3	4
8	Лабораторна робота № 8. Дослідження можливостей програми РСМ 600 для роботи з захистом REF 515 АВВ.	1,5	0
Усього годин у другому модулі		9	0
Усього годин у семестрі		18	5

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
Семестр		1	1
Модуль 1.			
Змістовний модуль 1. Загальні відомості про релейний захист.			
1	Тема 1. Загальні відомості про релейний захист. Призначення РЗ. Основні вимоги до РЗ. Терміни та визначення	5	15
2	Тема 2. Схеми релейного захисту. Класифікація схем. Умовні позначення та зображення елементів схем. Функціональні схеми.	6	15
Змістовний модуль 2. Загальні відомості про реле та режими ЕЕС.			
3	Тема 3. Загальні відомості про реле. Основні поняття та визначення. Класифікація та параметри. Захисні характеристики. Конструктивні особливості електро-механічних та технологічних реле	4	15
4	Тема 4. Режими ЕЕС. Види аварійних на аномальних режимів електроенергетичних систем. Векторні діаграми струмів та напруг прямої, зворотної та нульової послідовностей	9	15
Змістовний модуль 3. Схеми підключення, джерела живлення, види, захисні характеристики та параметри струмових релейних захистів.			
7	Тема 5. Схеми підключення вимірювальних трансформаторів та реле та коефіцієнти цих схем. Джерела живлення пристроїв РЗА.	11	20
8	Тема 6. Релейні захисти. Класифікація струмових захистів. Захисні характеристики. Загальні параметри струмових захистів. Коефіцієнт чутливості захисту.	12,5	20
Усього за модуль 1.		47,5	100

Семестр		1	2
Модуль 2			
Змістовний модуль 4. Струмові ступеневий та направлений релейні захисти ліній електропередач (ЛЕП).			
9	Тема 7. Струмовий ступеневий захист. Струмова відсічка без витримки та з витримкою часу. Максимальний струмовий захист. Алгоритм роботи. Розрахунок уставок. Схеми.	7,5	15
10	Тема 8. Струмовий направлений ступеневий захист. Призначення. Алгоритм роботи. Розрахунок уставок. Схеми.	8	15
Змістовний модуль 5. Схеми, параметри та розрахунок уставок струмових диференційних захистів ЛЕП.			

11	Тема 9. Струмовий диференційний поперечний захист. Струмовий диференційний поперечний направлений захист. Струмовий диференційний поперечний направлений захист ліній з двостороннім живленням. Схеми. Розрахунок уставок.	12	10
12	Тема 10. Струмовий повздовжній диференційний захист. Схема. Розрахунок уставок. Дистанційний захист. Дистанційний ступеневий захист	10	10
Змістовний модуль 6. Особливості мікропроцесорних захистів на прикладі реле РС 83, REJ 515 та загальні відомості про протиаварійну автоматику ЕЕС.			
13	Тема 11. Мікропроцесорні захисти. Мікропроцесорні реле РС 83 та REJ 515. Призначення. Параметри. Підключення. Введення уставок.	2	0
14	Тема 12 Протиаварійна автоматика ЕЕС. АПВ, АВР, АЧР, ПРВВ, АЗАХ, АЛАР. Загальні відомості. Призначення та властивості.	8	0
Усього за модуль 2.		47,5	50
Усього годин за семестр		95	150

7. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачена контрольна робота для студентів заочної форми навчання. Крім того, за рішенням кафедри студенти готують реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

8. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

9. Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичного заняття, тестування, колоквіумів, захисту контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), іспиту.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

В 10 семестрі

Таблиця 13.1 – Види контролю – іспит.

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	26 балів	100
7	7	7	7	7	7	8	8	8	8		
74 бали											

Поточне тестування та самостійна робота												Підсумковий тест (екзамен)	Сума, бали
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4		Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	26	100
6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7		
74 бали													

T1, T2 ... T6 – теми занять в змістових модулях.

За виконання курсової роботи – немає.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:

1. Навчальна програма дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем».
2. Робоча програма дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем».
3. Робочий план дисципліни на поточний триместр.
4. Рубаненко О.Є., Комар В.О. Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем. Лабораторний практикум. - Вінниця: ВНТУ, 2005. - 83 с.
5. Комплект екзаменаційних білетів.
6. Комплект комплексних контрольних робіт.

12. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	За нац. шкалою	За шкалою ECTS	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.

<p>III Достатній (конструктивний) «4»</p>	<p>добре «4+»</p>	<p>B</p>	<p>Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.</p>
	<p>добре «4»</p>	<p>C</p>	<p>Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.</p>
<p>II Середній (репродуктивний) «3»</p>	<p>задовільно «3+»</p>	<p>D</p>	<p>Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.</p>
	<p>задовільно «3»</p>	<p>E</p>	<p>Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.</p>
<p>I Низький «2»</p>	<p>«незадовільно з можливістю повторного складання» 2</p>	<p>FX</p>	<p>Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.</p>
	<p>«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» 2</p>	<p>F</p>	<p>Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі.</p>

13. Рекомендована література

Базова

1. Беркович М.О., Молчанов В.В., Семенов В.О. Основы техники релейной защиты. - 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 376 с.
2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов по спец. «Электроснабжение». - 4-е изд. - М.; Высш. шк., 2006. - 639 с.
3. Рубаненко О.Є. Автоматика електроенергетичних систем. Практикум з дисципліни «Релейний захист та системна автоматика» / Вінниця: ВДГУ, 1999. - 68 с.
4. Лагутін В.М. Захист трансформаторів 10 кВ. Навчальний посібник / Лагутін В.М., Рубаненко О.Є., Тептя В.В. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 76 с.
5. Кутін В. М. Релейний захист та системна автоматика: лабораторний практикум / В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 130 с.
6. Кідиба, В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посіб. / В. П. Кідиба. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2015. – 504 с.
7. Яндутьський О. С. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем: навч. посіб. / О. С. Яндутьський, О. О. Дмитренко. – К. : НТУУ«КПІ», 2016. – 102 с.
7. Рубаненко О. Є. Мікропроцесорна техніка. Використання AVR мікроконтролерів ATMEGA / О. Є. Рубаненко, К.І. Кравцов, О. О. Рубаненко. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 121с.

Додаткова

8. Михайлов В.В. Микропроцессорные гибкие системы релейной защиты. // Под ред. В.П. Морозкина. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 240 с.
9. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей / Сост. Ф.Д. Кузнецов, А. К. Белотелов; Под ред. Б. А. Алексеева. — Ч. 1: Электромеханические реле. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. — 96 с.
10. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей / Сост. Ф.Д. Кузнецов, А. К. Белотелов; Под ред. Б. А. Алексеева. — Ч. 2: Реле дифференциальных, направленных и фильтровых защит. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 88 с.
11. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей / Сост. Ф.Д. Кузнецов, А. К. Белотелов; Под ред. Б. А. Алексеева. – Ч. 3: Статические реле. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. — 92 с.
12. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей / Сост. Ф.Д. Кузнецов, А. К. Белотелов; Под ред. Б. А. Алексеева. – Ч. 4: Электроавтоматика. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 72 с.
13. Федоров Э.К., Шнеерсон Э.М. Панель дистанционной защиты ПДЭ-2001 (ДЗ-751)–М.: Энергоатомиздат, 1985.–96 с.

14. Устройства дистанционной и токовой защит типов ШДЭ2801, ШДЭ2802/ А.Н. Бирг, Г.С. Нудельман, Э.К. Федоров и др.–М.: Энергоатомиздат, 1988.–144 с.

Інформаційні ресурси

Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>

Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>

<http://any-book.org/download/68591.html/>

<http://window.edu.ru/resource/262/75262/>

14. Тематика курсової та контрольної робіт

Виконання курсової роботи непередбачено.

Тематика контрольної роботи для студентів заочної форми навчання:

Зміст завдання

Для виконання контрольної роботи необхідно:

1. Зробити розрахунок уставок захистів лінії електропередачі з відгалуженнями.

2. Розрахувати уставки пристрою автоматичного повторного увімкнення (АПВ).

3. Нарисувати розгорнуті схеми захистів і АПВ , які встановлені на підстанції, від якої здійснюється живлення цієї ЛЕП.

Варіант знаходять за номером групи і порядковим номером студента у списку групи.